

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10-319318

(43) 公開日 平成10年(1998)12月4日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 13/00  
5/32

識別記号

F I

G 0 2 B 13/00  
5/32

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L

(全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平 9-132185

(22) 出願日 平成9年(1997)5月22日

(71) 出願人 000005016

パイオニア株式会社

東京都目黒区目黒1丁目4番1号

(72) 発明者 杉浦 聡

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号パイオ  
ニア株式会社総合研究所内

(72) 発明者 橘 昭弘

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号パイオ  
ニア株式会社総合研究所内

(72) 発明者 窪田 義久

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号パイオ  
ニア株式会社総合研究所内

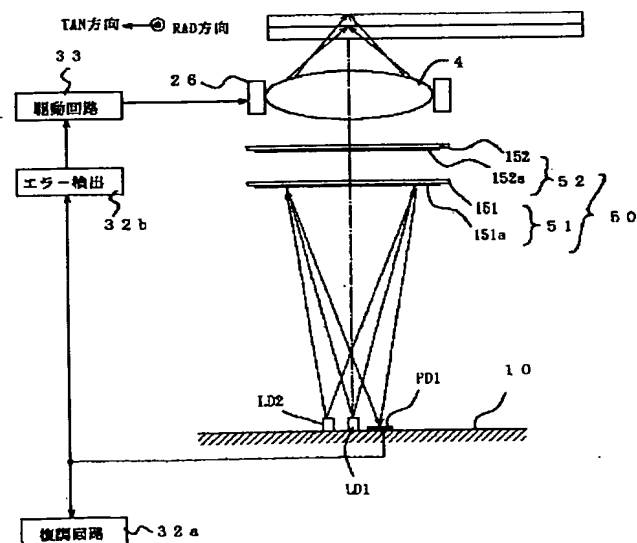
(74) 代理人 弁理士 藤村 元彦

(54) 【発明の名称】 光ピックアップ装置

(57) 【要約】

【課題】 複数の半導体レーザを有し小型化できる光ピックアップ装置を提供する。

【解決手段】 4分割受光面を有する光強度検出手段と、異なる波長の光ビームを発射する2つの半導体レーザと、光ビームの各々を光記録媒体へ照射し、その記録面に光スポットを形成する対物レンズと、4分割受光面と対物レンズとの間に配置された第1及び第2のホログラム光学素子と、を含む光学系を有し、記録媒体から記録情報を読み取る光ピックアップ装置であって、第1のホログラム光学素子は、記録面を経た半導体レーザの一方からの第1波長の光ビームにおけるコマ収差と球面収差を除去し、所定量の非点収差を発生させ、及び、第2のホログラム光学素子は、記録面を経た半導体レーザの他方からの第2波長の光ビームにおけるコマ収差と球面収差を除去し、所定量の非点収差を発生させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 4 分割受光面を有する光強度検出手段と、異なる波長の光ビームを発射する 2 つの半導体レーザと、前記光ビームの各々を光記録媒体へ照射し、その記録面に光スポットを形成する対物レンズと、前記 4 分割受光面と前記対物レンズとの間に配置された第 1 及び第 2 のホログラム光学素子と、を含む光学系を有し、前記記録媒体から記録情報を読み取る光ピックアップ装置であって、

前記第 1 のホログラム光学素子は、前記記録面を経た前記半導体レーザの一方からの第 1 波長の光ビームにおけるコマ収差と球面収差を除去し、所定量の非点収差を発生させること、及び、

前記第 2 のホログラム光学素子は、前記記録面を経た前記半導体レーザの他方からの第 2 波長の光ビームにおけるコマ収差と球面収差を除去し、所定量の非点収差を発生させること、を特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 2】 前記第 1 及び第 2 のホログラム光学素子は、さらに、前記記録面を経た光ビームを前記 4 分割受光面に集光させるレンズ作用を有することを特徴とする請求項 1 記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3】 前記第 1 のホログラム光学素子は、前記第 2 波長の光ビームには作用せずそのまま透過させ、前記半導体レーザの一方によって発射された第 1 波長の光ビームを透過してその 0 次回折光を前記対物レンズへ導き、前記記録面を経た前記第 1 波長の 0 次光を回折し、回折によって得られる 1 次回折光を前記 4 分割受光面に導くこと、及び、

前記第 2 のホログラム光学素子は、前記第 1 波長の光ビームには作用せずそのまま透過させ、前記半導体レーザの他方によって発射された第 2 波長の光ビームを透過してその 0 次回折光を前記対物レンズへ導き、前記記録面を経た前記第 2 波長の 0 次光を回折し、回折によって得られる 1 次回折光を前記 4 分割受光面に導くこと、を特徴とする請求項 1 又は 2 記載のピックアップ。

【請求項 4】 前記光検出手段は、第 1 波長の光ビームを受光する第 1 の 4 分割受光面と第 2 波長の光ビームを受光する第 2 の 4 分割受光面を有すること、及び、前記第 1 のホログラム光学素子は、前記記録面を経た前記第 1 波長の 0 次光を回折し、回折によって得られる 1 次回折光を前記第 1 の 4 分割受光面へ導くこと、及び、前記第 2 のホログラム光学素子は、前記記録面を経た前記第 2 波長の 0 次光を回折し、回折によって得られる 1 次回折光を前記第 2 の 4 分割受光面へ導くこと、を特徴とする請求項 1 から 3 の何れか 1 記載の光ピックアップ装置。

【請求項 5】 前記第 2 のホログラム光学素子は、前記第 1 波長の光ビームには作用せずそのまま透過させ、前記半導体レーザの他方によって発射された第 2 波長の光ビームを回折してその -1 次回折光を前記対物レンズへ

導き、前記記録面を経た前記第 2 波長の -1 次光を回折し、回折によって得られる 1 次回折光を前記 4 分割受光面に導くことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のピックアップ装置。

【請求項 6】 前記半導体レーザの他方によって発射された第 2 波長の光ビームを回折して得られた -1 次回折光に含まれる収差を補正する収差補正素子を備えたことを特徴とする請求項 5 記載の光ピックアップ装置。

【請求項 7】 前記第 2 のホログラム光学素子は、前記第 1 波長の光ビームには作用せずそのまま透過させ、前記半導体レーザの他方によって発射された第 2 波長の光ビームを回折してその -1 次回折光を前記対物レンズへ導き、前記記録面を経た前記第 2 波長の -1 次光を回折し、回折によって得られる 1 次回折光を前記第 2 の 4 分割受光面に導くようにしたことを特徴とする請求項 3 記載のピックアップ装置。

【請求項 8】 前記第 1 及び第 2 のホログラム光学素子の各々は、透光性平行平板上に形成された回折レリーフと、前記回折レリーフに充填された波長によって分散が異なる光学材料とからなることを特徴とする請求項 1 から 7 の何れか 1 記載の光ピックアップ装置。

【請求項 9】 前記第 1 及び第 2 のホログラム光学素子は、平行に離間した一对の別個の透光性平行平板の内面上に形成され第 1 及び第 2 の回折レリーフと、前記第 1 及び第 2 の回折レリーフ間に充填された波長によって分散が異なる光学材料とからなることを特徴とする請求項 1 から 7 の何れか 1 記載の光ピックアップ装置。

【請求項 10】 前記第 1 及び第 2 のホログラム光学素子はそれぞれ前記第 1 及び第 2 液晶素子であり、前記第 1 及び第 2 液晶素子のそれぞれは、一对の透光性平行平板と、前記平行平板間に設けられた液晶層と、前記第 1 及び第 2 回折レリーフのパターンとして前記平行平板内面毎に形成された透明電極と、前記第 1 及び第 2 液晶素子の前記透明電極に電界を印加自在の電気回路が接続されていることを特徴とする請求項 1 から 7 の何れか 1 記載の光ピックアップ装置。

【請求項 11】 前記第 1 及び第 2 のホログラム光学素子は前記第 1 及び第 2 回折レリーフを有する単一の液晶素子であり、前記単一の液晶素子は、一对の透光性平行平板と、前記平行平板間に設けられた液晶層と、前記平行平板内面毎に形成されかつマトリクスを構成する透明電極と、前記第 1 及び第 2 回折レリーフのパターン毎に前記透明電極に電界を選択的に印加できる電気回路が接続されていることを特徴とする請求項 1 から 7 の何れか 1 記載の光ピックアップ装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光学式記録再生装置における光ピックアップの光学系に関する。

【0002】

【従来の技術】光学式記録再生装置には、光記録媒体のいわゆるLD(laser disc)、CD(compact disc)、DVD(digital video disc)等の光ディスクから記録情報を読み取る光学式ディスクプレーヤがある。また、これら複数の種類の光ディスクから情報を読み取るコンパチブルディスクプレーヤもある。

【0003】そのコンパチブルディスクプレーヤにおいても光ピックアップは、光ビームを光ディスクへ照射し、光ディスクからの戻り光を読み取る光学系を有している。光情報記録媒体のこれら光ディスクでは、開口数NA、基板厚さ、最適読取光波長など異なる仕様で設計されている。従って、LD/CD/DVDコンパチブルプレーヤの光ピックアップを実現するためには、最低限上記開口数NA及び基板厚さの2つの違いを補正する必要がある。

【0004】例えば、ホログラムレンズを用いた2焦点ピックアップ(特許第2532818号:特開平7-98431号公報)は、凸対物レンズとホログラムレンズとからなる複合対物レンズを有し、ホログラムレンズに透明平板に同心円状の輪帯凹凸すなわち回折溝の回折格子を設けて、これに凹レンズ作用を持たせることによって、各光ディスクに応じ記録面上で焦点を結ばせる。この際、回折溝の形成されていない領域からは光ビームがそのまま透過し0次回折光とともに対物レンズで集光され、該透過光及び0次回折光と1次回折光とで開口数が変わることになる。回折溝によって回折された1次回折光は開口数の小さいCDの読み取り用として利用され、開口数の大きくなる透過光及び0次回折光はDVDの読み取り用として利用される。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この従来のコンパチブルプレーヤ構成は、共通の単一の光源で読取スポットを形成するものであり、通常は、DVD再生に最適な波長650nmの読取光を発射する光源をCD再生時に共用するようにしているので、波長780nmの光源によって一回書き込みができるCD-R(CD Recordable、或いはR-CD:Recordable CD)をこの読み取り光を用いて再生する際には波長の違いによる感度不足で良好な再生信号を得ることができない。

【0006】従って、LD/CD/DVDに加えこのCD-Rについても良好に情報の記録/再生を行うことのできるコンパチブルプレーヤを実現するためには、最低限上記開口数NA及び基板厚さ並びに波長780nmの光源の3つの違いを克服する必要がある。LD/CD/DVD/CD-Rコンパチブルプレーヤの光ピックアップを実現するためには単一波長の光源による構成を改め、各ディスクに適合した複数波長の光源によって光ピックアップまたはヘッドを構成することが必要である。

【0007】ところが、複数光源を用いプリズム、レンズなどの光学系を構成すると、光ピックアップまたはヘ

ッド全体が複雑になり、大型になる傾向がある。本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、小型化可能で、4分割受光面を有する光強度検出手段を採用した非点収差法に適したホログラム光学素子を有する光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

#### 【0008】

【発明を解決するための手段】本発明の光ピックアップ装置は、4分割受光面を有する光強度検出手段と、異なる波長の光ビームを発射する2つの半導体レーザと、前記光ビームの各々を光記録媒体へ照射し、その記録面に光スポットを形成する対物レンズと、前記4分割受光面と前記対物レンズとの間に配置された第1及び第2のホログラム光学素子と、を含む光学系を有し、前記記録媒体から記録情報を読み取る光ピックアップ装置であって、前記第1のホログラム光学素子は、前記記録面を経た前記半導体レーザの一方からの第1波長の光ビームにおけるコマ収差と球面収差を除去し、所定量の非点収差を発生させること、及び、前記第2のホログラム光学素子は、前記記録面を経た前記半導体レーザの他方からの第2波長の光ビームにおけるコマ収差と球面収差を除去し、所定量の非点収差を発生させること、を特徴とする。

【0009】本発明の光ピックアップ装置においては、前記第1及び第2のホログラム光学素子は、さらに、前記記録面を経た光ビームを前記4分割受光面に集光させるレンズ作用を有することを特徴とする。本発明の光ピックアップ装置においては、前記第1のホログラム光学素子は、前記第2波長の光ビームには作用せずそのまま透過させ、前記半導体レーザの一方によって発射された第1波長の光ビームを透過してその0次回折光を前記対物レンズへ導き、前記記録面を経た前記第1波長の0次光を回折し、回折によって得られる1次回折光を前記4分割受光面に導くこと、及び、前記第2のホログラム光学素子は、前記第1波長の光ビームには作用せずそのまま透過させ、前記半導体レーザの他方によって発射された第2波長の光ビームを透過してその0次回折光を前記対物レンズへ導き、前記記録面を経た前記第2波長の0次光を回折し、回折によって得られる1次回折光を前記4分割受光面に導くこと、を特徴とする。

【0010】本発明の光ピックアップ装置においては、前記光検出手段は、第1波長の光ビームを受光する第1の4分割受光面と第2波長の光ビームを受光する第2の4分割受光面を有すること、及び、前記第1のホログラム光学素子は、前記記録面を経た前記第1波長の0次光を回折し、回折によって得られる1次回折光を前記第1の4分割受光面へ導くこと、及び、前記第2のホログラム光学素子は、前記記録面を経た前記第2波長の0次光を回折し、回折によって得られる1次回折光を前記第2の4分割受光面へ導くこと、を特徴とする。

【0011】本発明の光ピックアップ装置においては、

前記第2のホログラム光学素子は、前記第1波長の光ビームには作用せずそのまま透過させ、前記半導体レーザの他方によって発射された第2波長の光ビームを回折してその-1次回折光を前記対物レンズへ導き、前記記録面を経た前記第2波長の-1次光を回折し、回折によって得られる1次回折光を前記4分割受光面に導くことを特徴とする。

【0012】本発明の光ピックアップ装置においては、前記半導体レーザの他方によって発射された第2波長の光ビームを回折して得られた-1次回折光に含まれる収差を補正する収差補正素子を備えたことを特徴とする。本発明の光ピックアップ装置においては、前記第2のホログラム光学素子は、前記第1波長の光ビームには作用せずそのまま透過させ、前記半導体レーザの他方によって発射された第2波長の光ビームを回折してその-1次回折光を前記対物レンズへ導き、前記記録面を経た前記第2波長の-1次光を回折し、回折によって得られる1次回折光を前記第2の4分割受光面に導くようにしたことを特徴とする。

【0013】本発明の光ピックアップ装置においては、前記第1及び第2のホログラム光学素子の各々は、透光性平行平板上に形成された回折レリーフと、前記回折レリーフに充填された波長によって分散が異なる光学材料とからなることを特徴とする。本発明の光ピックアップ装置においては、前記第1及び第2のホログラム光学素子は、平行に離間した一對の別個の透光性平行平板の内面上に形成され第1及び第2の回折レリーフと、前記第1及び第2の回折レリーフ間に充填された波長によって分散が異なる光学材料とからなることを特徴とする。

【0014】本発明の光ピックアップ装置においては、前記第1及び第2のホログラム光学素子はそれぞれ前記第1及び第2液晶素子であり、前記第1及び第2液晶素子のそれぞれは、一對の透光性平行平板と、前記平行平板間に設けられた液晶層と、前記第1及び第2回折レリーフのパターンとして前記平行平板内面毎に形成された透明電極と、前記第1及び第2液晶素子の前記透明電極に電界を印加自在の電気回路が接続されていることを特徴とする。

【0015】本発明の光ピックアップ装置においては、前記第1及び第2のホログラム光学素子は前記第1及び第2回折レリーフを有する単一の液晶素子であり、前記単一の液晶素子は、一對の透光性平行平板と、前記平行平板間に設けられた液晶層と、前記平行平板内面毎に形成されかつマトリクスを構成する透明電極と、前記第1及び第2回折レリーフのパターン毎に前記透明電極に電界を選択的に印加できる電気回路が接続されていることを特徴とする。

【0016】本発明によれば、複数の半導体レーザに共通のホログラム光学素子で光路を共用できるので、光ピックアップ光学系が簡素化できる。

#### 【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面を参照しつつ説明する。

(第1の実施例)図1は第1の実施例の記録再生装置の光ピックアップの概略を示す。ピックアップボディ内には、DVDの読み取り用半導体レーザLD1(例えば波長650nm:λ1)と、CDの読み取り用半導体レーザLD2(例えば波長780nm:λ2)とが共通の単一ヒートシンク(図示せず)に上方へ光ビームを放射するように配置されている。さらに、ピックアップボディ内には、光軸を共通とするホログラム光学素子50、光ビームを光ディスク5へ集光し光スポットを形成する有限系仕様対物レンズ4、及び光スポットからの反射光を受光する光検出器の4分割受光面PD1が設けられている。対物レンズ4、ホログラム光学素子50及び基板10は略平行に配置されている。

【0018】また、半導体レーザLD1、LD2のヒートシンクは基板10上に固定され、基板10上には、光強度を検出する光検出器の4分割受光面PD1がホログラム光学素子50の下に形成されている。対物レンズ4は、CDとDVDの仕様に合わせて、例えば、集光レンズ及びフレネルレンズ又はホログラムレンズの組み合わせ、各仕様に合った2つの対物レンズを切り替える組み合わせ、DVD用集光レンズにCD再生時に開口制限手段を設ける組み合わせ、等を用い、ディスクの厚み及び開口数の違いを吸収することができる。また、集光レンズ自体をCDとDVD用の2焦点対物レンズとすることもできる。

【0019】また、ピックアップボディにはトラッキングアクチュエータ及びフォーカスアクチュエータを含む対物レンズ駆動機構26が設けられている。この対物レンズ駆動機構におけるフォーカスアクチュエータは対物レンズ4を光ディスク5の記録面に対して垂直な方向に移動し、またトラッキングアクチュエータは対物レンズ4を光ディスク5の半径方向に駆動する。また、対物レンズ駆動機構26には半径方向の粗動のためのスライダ機構も含まれる。

【0020】このように、光ピックアップ装置においては、各半導体レーザからの光ビームを対物レンズ4を介して光ディスク5へ照射しその記録面に光スポットを形成し、光スポットからの戻り光を対物レンズ4を介して収束させて4分割受光面PD1へ導く共通の光学系を備えている。ホログラム光学素子50は半導体レーザLD1、LD2の発散光ビームをほぼ共通の光路となすように設計され配置されている。

【0021】ホログラム光学素子50は、第1及び第2ホログラム光学素子51、52からなる。第1ホログラム光学素子51は、基板側に配置され、半導体レーザLD1の波長λ1の光ビームに対しては回折作用以外なにも作用せずそのまま通過させ、光ディスクの情報記録面

7  
 反射された光（戻り光）に対してコマ収差と球面収差を除去し、所定量の非点収差を発生させるとともにレンズ作用を持たせて結像距離を変化させる第1回折レリーフを有している。一方、第2ホログラム光学素子52は、対物レンズ側に配置され、半導体レーザLD2の波長 $\lambda_2$ の光ビームに対しては回折作用以外なにも作用せずそのまま通過させ、光ディスクの情報記録面で反射された光（戻り光）に対してコマ収差と球面収差を除去し、所定量の非点収差を発生させるとともにレンズ作用を持たせて結像距離を変化させる第2回折レリーフを有している。第1及び第2ホログラム光学素子51、52の各々は、透光性の等方性材料からなる平板151、152の一方の主面に透過型の回折格子、グレーティング（これらは屈折率分布型でもレリーフ型でもよい、以下、総称して回折レリーフともいう）151a、152aが画定された板状体である。

【0022】ここで、この光ピックアップ装置記録再生の概略を説明する。図1に示すように、DVD再生時には、半導体レーザLD1からのレーザビームは対物レンズ及び光ディスク間距離の設定で光ディスク上に開口数NA0.6で集光され、小さい光スポットを形成する。CD再生時又はCD-R記録若しくは再生時にも、対物レンズ及び光ディスク間距離の設定で半導体レーザLD2からのレーザビームは対物レンズ4を経て開口数NA0.47で光ディスク上に光スポットを形成する。

【0023】光ディスク記録面の光スポットからのいずれの戻り光も、対物レンズ4を介してホログラム光学素子50に入射し回折され、これを経て1次回折光ビーム部分が光検出器の4分割受光面PD1に入る。4分割受光面PD1は、図2に示すように、直交する2本の分割線L1、L2を境界線として各々近接配置されかつ互いに独立した第1～第4象限の4個のエレメントDET1～DET4から構成される。4分割受光面PD1は、一方の分割線が記録面のトラック方向（TAN方向ともいう）に平行になり、他方の分割線が光ディスクのラジアル方向（RAD方向ともいう）に平行になるように、基板10上に半導体レーザとともに一直線上に配置されている。この分割線はトラッキングサーボを位相差法（時間差法）で行う場合の分割方向とも一致している。

【0024】記録面上の合焦時はスポット強度分布が4分割受光面PD1の受光面中心Oに関して対称すわなち、トラック方向及びラジアル方向において対称となる図2(a)のような真円SPの光スポットが4分割受光面PD1に形成されるので、対角線上にあるエレメントの光電変換出力をそれぞれ加算して得られる値は互いに等しくなり、フォーカスエラー成分は「0」となる。また、フォーカスが合っていない時は図2(b)又は(c)のようなエレメントの対角線方向に楕円SPの光スポットが4分割受光面PD1に形成されるので、対角線上にあるエレメントの光電変換出力をそれぞれ加算して得られるフ

ォーカスエラー成分は互いに逆相となる。即ち、DET1～DET4を対応出力とすると、 $(DET1+DET3)-(DET2+DET4)$ がフォーカスエラー信号となる。また、 $(DET1+DET4)-(DET2+DET3)$ がトラッキングエラー信号と、 $DET1+DET2+DET3+DET4$ がRF信号と、なる。

【0025】このように、4分割受光面PD1の中心付近にスポット像を形成するとすると、光検出器は、4つの各受光面に結像されたスポット像に応じて電気信号を復調回路32a及びエラー検出回路32bに供給する。復調回路32aは、その電気信号に基づいて記録信号を生成する。エラー検出回路32bは、その電気信号に基づいてフォーカスエラー信号や、トラッキングエラー信号や、その他サーボ信号などを生成し、アクチュエータ駆動回路33を介して各駆動信号を各アクチュエータに供給し、これらが各駆動信号に応じて対物レンズ4などをサーボ制御駆動する。

（ホログラム光学素子の設計）ホログラム光学素子50は、半導体レーザLD1からの光と4分割受光面PD1へ集光する光を干渉させて設計した第1ホログラム光学素子51と、半導体レーザLD2からの光と対物レンズ4へ向かう無収差の光を干渉させて設計した第2ホログラム光学素子52と、からなるように、例えば、以下の図3のフローチャートに基づいて計算機設計手法にて設計される。格子パターンのための波面を高屈折率法もしくは位相関数法を用いた光線追跡方法で求める。なお、第1ホログラム光学素子51は半導体レーザLD2の波長 $\lambda_2$ の光には何の作用もせず、逆に第2ホログラム光学素子52は半導体レーザLD1の波長 $\lambda_1$ の光には何の作用もしない設計とする。

【0026】まず、ステップS1においては、図4に示すように、半導体レーザに対応する1点Aから発散する光束（波長 $\lambda_1$ ）の光路中に厚さ $t_1$ の平行平板70（屈折率 $n$ ）を光軸に垂直に置く場合を設定する。点Aの座標、 $\lambda_1$ 、 $t_1$ 、 $n$ のパラメータの初期値を設定する。平行平板70を透過した後の発散光束について、B位置の座標での球面収差を含む波面を計算し、その結果を保存する。

【0027】この平行平板70により発生する発散光束の球面収差を次のステップS2で補正することによって球面収差を除去する。また、平行平板70の厚さ $t_1$ を変化させることで発生させる所定の非点収差量を調整できる。次に、ステップS2においては、図5に示すように、保存されたB位置の波面から光束を収束すなわち逆方向に戻すと、それは厚さ $t_1$ の平行平板を透過後、1点Aへ集光する。

【0028】この収束光束において、平行平板70の代わりに、各厚さ $t_2$ の平行平板71（屈折率 $n$ ）の2枚を、光軸に垂直な平面に対して鏡像関係になるように、該平面に対して $\theta$ 度及び $-\theta$ 度の角度に傾けて離間して配置し、光線の平行平板透過後のC位置の波面を計算す

る。そのためにC位置座標、 $t_2$ 、 $\theta$ 、 $-\theta$ のパラメータを導入する。

【0029】この場合、B位置より光束を逆方向に戻しているため、これら2枚のハの字に置かれた平行平板71を透過した波面は、非点収差と球面収差を伴うがコマ収差は含まない。平行平板71の厚さ $t_2$ を変えてやれば球面収差を調整できる。よって、ステップS1で発生した球面収差を相殺して除去できる。このようにして2枚のハの字に置かれた平行平板71の光線透過後のC位置でコマ収差と球面収差の無い所定量の非点収差の波面が計算で得られる。その結果のC位置での波面を保存する。

【0030】次に、ステップS3においては、図6に示すように、保存されたC位置の波面から光束を再度逆方向に戻して発散させ、ある傾斜(角度 $\alpha$ )したH位置での波面を計算する。ここで、保存されたC位置の波面から光束を収束させた点が4分割受光面PD1の位置に対応する。このH位置(第1ホログラム光学素子)において、ある1点0(半導体レーザLD1)から発散する光束(波長 $\lambda_1$ )の波面と干渉させることによって、実施例の第1ホログラム光学素子の格子パターンを設計できる。そのためにH及び0位置座標、 $\alpha$ のパラメータを導入する。その結果のH位置での干渉縞を保存し、第1ホログラム光学素子の格子パターンとする。

【0031】このようにして、この格子パターンを透明基板に形成することによって、コマ収差と球面収差を除去し、所定量の非点収差を発生させるとともにレンズ作用を持たせて結像距離を変化させた図1に示す第1ホログラム光学素子51を得ることができる。次に、第2ホログラム光学素子52を製造する場合においても、図3のフローチャートの設計手法にて設計される。この場合、図7に示すように、1点02(半導体レーザLD2)から発散する光束(波長 $\lambda_2$ )の波面と干渉させる。そのためにH2及び02位置座標とする。保存されたC2位置の波面から光束を収束させた点が4分割受光面PD2の位置に対応する。保存されたC2位置の波面から光束を再度逆方向に戻して発散させ、H2位置での波面を計算する。このH2位置(第2ホログラム光学素子)において、ある1点02(半導体レーザLD2)から発散する光束(波長 $\lambda_2$ )の波面と干渉させることによって、実施例の第2ホログラム光学素子の格子パターンを設計できる。その結果のH2位置での干渉縞を第2ホログラム光学素子の格子パターンとする。この格子パターンを透明基板に形成することによって、コマ収差と球面収差を除去し、所定量の非点収差を発生させるとともにレンズ作用を持たせて結像距離を変化させた第2ホログラム光学素子52を得ることができる。

【0032】このようにして、図1に示すように、半導体レーザLD1からの光と4分割受光面PD1へ集光する光を干渉させて設計した第1ホログラム光学素子51と、半

導体レーザLD2からの光と対物レンズ4へ向かう無収差の光を干渉させて設計した第2ホログラム光学素子52と、を有する光学系が得られる。第1の実施例では、図8に示すように、半導体レーザLD1、4分割受光面PD1及び第1ホログラム光学素子51は、半導体レーザLD1からの波長 $\lambda_1$ の光ビームを透過してその0次回折光を対物レンズ4へ導き、波長 $\lambda_1$ の0次回折光による記録面上光スポットからの戻り光を対物レンズ4から受光して、回折された波長 $\lambda_1$ の1次回折光を4分割受光面PD1へ導くように作用する。また、半導体レーザLD2、4分割受光面PD1及び第2ホログラム光学素子52も、半導体レーザLD2の波長 $\lambda_2$ の光ビームを透過してその0次回折光を対物レンズ4へ導き、波長 $\lambda_2$ の0次回折光による記録面上の光スポットからの戻り光を対物レンズ4から受光して、回折された波長 $\lambda_2$ の1次回折光を4分割受光面PD1へ導くように作用する。

(第2の実施例) 第2の実施例は、図9に示すように、収差補正素子90が第2ホログラム光学素子52及び対物レンズ4の間に配置された以外、第1の実施例と同様のピックアップ装置である。すなわち、半導体レーザLD1、4分割受光面PD1及び第1ホログラム光学素子51は、半導体レーザLD1からの波長 $\lambda_1$ の光ビームを透過してその0次回折光を対物レンズ4へ導き、波長 $\lambda_1$ の0次回折光による記録面上光スポットからの戻り光を対物レンズ4から受光して、回折された波長 $\lambda_1$ の1次回折光を4分割受光面PD1へ導くように作用するように、配置されている。

【0033】第2の実施例では、収差補正素子90は以下のように設計される。まず、図10における往路において収差補正素子90が存在しない場合を仮定する。第2ホログラム光学素子52が半導体レーザLD2によって発射された波長 $\lambda_2$ の光ビームを透過してその-1次回折光を対物レンズ4へ導き、記録面5上に光スポットを形成し、そこからの戻り光を対物レンズ4を経て、第2ホログラム光学素子52にて回折された波長 $\lambda_2$ の1次回折光を4分割受光面PD1へ導くように、半導体レーザLD2及び4分割受光面PD1は基板上に配置される。

【0034】この場合、対物レンズ4へ向かう第2ホログラム光学素子52による波長 $\lambda_2$ の光ビームの-1次回折は、第2ホログラム光学素子52と対物レンズ4間の往路において収差を持った光束となる。そこで、この収差を補正するため、第2ホログラム光学素子52と対物レンズ4間に収差補正素子90を配置する。この収差補正素子は半導体レーザLD1の光ビームの通過の場合には何の作用もせず、半導体レーザLD2から第2ホログラム光学素子52を通過した光を無収差に変換する。すなわち、収差補正素子90は半導体レーザLD2によって発射された波長 $\lambda_2$ の光ビームを透過してこれから収差を除去し対物レンズへ導きかつ波長 $\lambda_1$ の光ビームには作用しない。半導体レーザLD2の位置に基づいて発散光束の

ー 1 次回折における波面、続いて収差補正素子 90 における波面を高屈折率法もしくは位相関数法を用いた光線追跡で求め、収差補正素子 90 の補正量を計算して、収差補正素子 90 は、第 2 ホログラム光学素子 52 から光ディスクへ向かうー 1 次回折の波面のみを無収差に変換するように設計される。

【0035】上記収差補正素子 90 を実現するには、図 27 に示すような液晶素子 80 を電氣的に切り換えて使用することで、また図 28 に示すような非線形光学材料型収差補正素子 80 で、実現できる。図 27 の収差補正素子として用いる液晶素子 80 は一対の透明ガラス基板 81, 82 の内面には、収差補正波面に対応するパターンを有する透明電極 83, 84 がそれぞれ形成され、これらの間に液晶層 85 が設けられている素子である。透明電極 83, 84 を介して液晶層 85 へ電圧が印加されると、液晶分子が無電圧印加時よりも傾いた配列をなすことによって、半導体レーザ LD1, LD2 の波長  $\lambda 1$ ,  $\lambda 2$  の光線束へ選択的に作用、又は非作用状態とすることができ。例えば入射光の偏光方向が液晶分子配列に垂直に入射する場合、回折が起きず液晶型収差補正素子としては動作しない。一方、偏光方向が平行に入射する場合、回折が生じ液晶型収差補正素子として動作する。よって、電圧印加及び非印加で液晶分子の傾斜及び非傾斜部分を収差補正波面に対応するパターンとして、液晶層の屈折率が異なり、光線束の光路長を変化させることにより、収差補正素子として働く。また逆に設定もできる。さらにまた、液晶層への印加電圧に応じて液晶分子の傾きが制御できるので、収差補正素子の収差補正量を任意に制御することが可能である。

【0036】また、図 28 に示すように、ニオブ酸リチウムなどの波長選択性のある非線形光学材料からなる透明基板 181 に用いて、収差補正波面に対応するパターンをエッチングなどで凹部 182 として、該凹部に非線形光学材料の異常光屈折率又は常光屈折率に等しい屈折率の等方性光学材料 183 を充填すれば、半導体レーザ LD1, LD2 の波長  $\lambda 1$ ,  $\lambda 2$  の違いにより、非線形光学材料型収差補正素子 80 の作用又は非作用状態を選択することができる。

(第 3 の実施例) 第 3 の実施例は、上記第 2 の実施例の第 2 ホログラム光学素子 52 及び対物レンズ 4 の間に配置された収差補正素子 90 に代えて、図 11 に示すように半導体レーザ LD2 及び第 1 ホログラム光学素子 51 の間に光源側の収差補正素子 90 a が配置された以外、第 2 の実施例と同様である。この場合、第 2 ホログラム光学素子 52 はディスク記録面上からの無収差の波面と、4 分割受光面 PD1 からの波面とを干渉させた波面で設計する。光源側の収差補正素子 90 a は、第 2 ホログラム光学素子 52 で回折されディスク記録面へ向かうー 1 次回折光の波面を無収差へ変換するように設計される。

【0037】図 12 に示すように、半導体レーザ LD2 及

び第 1 ホログラム光学素子 51 の間に配置された光源側の収差補正素子 90 a は、往路において半導体レーザ LD2 によって発射された波長  $\lambda 2$  の光ビームを透過してこれに、ホログラム光学素子を透過する際に生じる収差を相殺する収差を付与し、ホログラム光学素子を透過した波長  $\lambda 2$  の光ビームから収差を除去する。

(第 4 の実施例) 第 4 の実施例では、図 13 に示すように、さらに第 2 の 4 分割受光面 PD2 が追加された以外、第 1 の実施例と同様である。図 14 に示すように、半導体レーザ LD1、4 分割受光面 PD1 及び第 1 ホログラム光学素子 51 は、半導体レーザ LD1 によって発射された波長  $\lambda 1$  の光ビームを透過してその 0 次回折光を対物レンズへ導き、波長  $\lambda 1$  の 0 次回折光による記録面上の光スポットからの戻り光を対物レンズから受光して、回折し、回折された波長  $\lambda 1$  の 1 次回折光を 4 分割受光面 PD1 へ導くように配置される。

【0038】また、半導体レーザ LD2、4 分割受光面 PD2 及び第 2 ホログラム光学素子 52 は、半導体レーザ LD2 によって発射された波長  $\lambda 2$  の光ビームを透過してその 0 次回折光を対物レンズへ導き、波長  $\lambda 2$  の 0 次回折光による記録面上の光スポットからの戻り光を対物レンズから受光して、回折し、回折された波長  $\lambda 2$  の 1 次回折光を 4 分割受光面 PD2 へ導くように配置される。すなわち、新たに 4 分割受光面 PD2 の位置に基づいて第 2 ホログラム光学素子 52 が上記の図 3 のフローチャートの設計手法にて設計される。

(第 5 の実施例) 第 5 の実施例は、図 15 に示すように、収差補正素子 90 が第 2 ホログラム光学素子 52 及び対物レンズ 4 の間に配置された以外、第 4 の実施例と同様である。半導体レーザ LD1、4 分割受光面 PD1 及び第 1 ホログラム光学素子 51 は、半導体レーザ LD1 からの波長  $\lambda 1$  の光ビームを透過してその 0 次回折光を対物レンズ 4 へ導き、波長  $\lambda 1$  の 0 次回折光による記録面上光スポットからの戻り光を対物レンズ 4 から受光して、回折された波長  $\lambda 1$  の 1 次回折光を 4 分割受光面 PD1 へ導くように作用するように、配置されている。

【0039】第 5 の実施例では、収差補正素子 90 は第 2 の実施例と同様に設計される。即ち、図 16 における往路において収差補正素子 90 が存在しない場合を仮定する。第 2 ホログラム光学素子 52 が半導体レーザ LD2 によって発射された波長  $\lambda 2$  の光ビームを透過してそのー 1 次回折光を対物レンズ 4 へ導き、記録面 5 上に光スポットを形成し、そこからの戻り光を対物レンズ 4 を経て、第 2 ホログラム光学素子 52 にて回折された波長  $\lambda 2$  の 1 次回折光を 4 分割受光面 PD2 へ導くように、4 分割受光面 PD2 及び半導体レーザ LD2 は基板上に配置される。

【0040】この場合、対物レンズ 4 へ向かう第 2 ホログラム光学素子 52 による波長  $\lambda 2$  の光ビームのー 1 次回折は、第 2 ホログラム光学素子 52 と対物レンズ 4 間

の往路において収差を持った光束となる。そこで、この収差を補正するため、第2ホログラム光学素子52と対物レンズ4間に収差補正素子90を配置する。この収差補正素子は半導体レーザLD1の光ビームの通過の場合には何の作用もせず、半導体レーザLD2から第2ホログラム光学素子52を通過した光を無収差に変換する。すなわち、収差補正素子90は半導体レーザLD2によって発射された波長 $\lambda_2$ の光ビームを透過してこれから収差を除去し対物レンズへ導きかつ波長 $\lambda_1$ の光ビームには作用しない。収差補正素子90は、第2ホログラム光学素子52から光ディスクへ向かう1次回折のみの波面を無収差に変換するように設計される。

(第6の実施例) 第6の実施例は、上記第4の実施例の第2ホログラム光学素子52及び対物レンズ4の間に配置された収差補正素子90に代えて、図17に示すように半導体レーザLD2及び第1ホログラム光学素子51の間に光源側の収差補正素子90aが配置された以外、第4の実施例と同様である。

【0041】この場合も、第2ホログラム光学素子52はディスク記録面上からの無収差の波面と、4分割受光面PD1からの波面とを干渉させた波面で設計する。光源側の収差補正素子90aは、第2ホログラム光学素子52で回折されディスク記録面へ向かう1次回折光の波面を無収差へ変換するように設計される。図18に示すように、半導体レーザLD2及び第1ホログラム光学素子51の間に配置された光源側の収差補正素子90aは、往路において半導体レーザLD2によって発射された波長 $\lambda_2$ の光ビームを透過してこれに、ホログラム光学素子を透過する際に生じる収差を相殺する収差を付与し、ホログラム光学素子を透過した波長 $\lambda_2$ の光ビームから収差を除去する。

【0042】上記第3、5及び6の実施例の光ピックアップ装置において、上記収差補正素子90及び光源側の収差補正素子90aを実現するには、上記第2の実施例と同様に図27に示すような液晶素子80を電氣的に切り換えて使用することで、また図28に示すような非線形光学材料型収差補正素子80で、達成できる。なお、上記第1～6の実施例の光ピックアップ装置において、対物レンズは、有限仕様対物レンズであることを前提に説明しているが、かかる対物レンズは、光記録媒体側に集光レンズを配置し、半導体レーザ側にコリメータレンズを配置し無限レンズ系としても同様の効果を奏することはあきらかである。

(ホログラム光学素子) 上記第1～6の実施例における、半導体レーザLD2の波長 $\lambda_2$ の光には作用しない第1ホログラム光学素子51、並びに半導体レーザLD1の波長 $\lambda_1$ の光に作用しない第2ホログラム光学素子52について説明する。

【0043】図19に示すように、第1及び第2ホログラム光学素子51、52は、光学ガラスなどの等方性材

料からなる平板の主面に上記の手法により設計した回折レリーフ151a、152aの凹部を形成した基板151、152と、その凹部に例えば異なる波長に対して異なる屈折率を有する光学材料を充填した充填部153とからなり、両主面を平行平面としたものである。すなわち、第1及び第2回折レリーフ151a、152aは、それぞれ別個の透光性材料の平行平板上に形成され、それぞれの中に光学材料たとえば、等方性材料が充填されている。これにより、DVD及びDVD-RAM用のコンパクトブルーレイの構造を極めて簡略化でき、ピックアップの小型化低コスト化が達成される。光学材料は波長に対して異なる屈折率を有するものであればよく、光学ガラスなどの等方性材料、又は異方性材料でも、ニオブ酸リチウムなどの一軸結晶の非線形光学材料でもよい。

【0044】第1及び第2ホログラム光学素子51及び52においては、平板材料及び充填剤の波長によって分散が異なる性質を利用している。図20に示すように、第1ホログラム光学素子51の基板151の等方性材料は長い波長 $\lambda_2$ の光に対して最も低い屈折率 $n_4$ を示し、短い波長 $\lambda_1$ の光に対し屈折率 $n_2$ を示す。また、図21に示すように、第2ホログラム光学素子52の基板152の等方性材料は長い波長 $\lambda_2$ の光に対して $n_2$ より低い屈折率 $n_3$ を示し、短い波長 $\lambda_1$ の光に対し最も高い屈折率 $n_1$ を示す。さらに、図22に示すように、充填部153の光学材料は長い波長 $\lambda_2$ の光に対して最も低い屈折率 $n_4$ を示し、短い波長 $\lambda_1$ の光に対し最も高い屈折率 $n_1$ を示す。

【0045】この場合の往路の光ビームは、それぞれの往路の光路のために上記手法によって設計されているので、問題とならない。しかし、復路においては、図19に示すように光ビームは、波長によって異なる光路を経る。波長 $\lambda_1$ の光は、復路にてまず第2ホログラム光学素子52を通過する際、充填部材料の屈折率 $n_1$ と光学ガラスの屈折率 $n_1$ が等しくなるため、第2ホログラム光学素子52が単なる透過性の平行平板として作用し、そのまま通過する。次に、波長 $\lambda_1$ の光は、第1ホログラム光学素子51を通過する際、充填部材料の屈折率が $n_1$ となつて、光学ガラスの屈折率 $n_2$ と異なるので、第1ホログラム光学素子51が回折格子として働く。したがって、波長 $\lambda_1$ の光に対して第1ホログラム光学素子51が本来のホログラム光学素子として機能する。

【0046】一方、波長 $\lambda_2$ の光では、復路の第2ホログラム光学素子52にて充填部材料の屈折率が $n_4$ となり光学ガラスの屈折率 $n_3$ と異なるので第2ホログラム光学素子52が回折格子として働くが、次の第1ホログラム光学素子51では、波長 $\lambda_2$ の光では充填部材料の屈折率 $n_4$ と光学ガラスの屈折率 $n_4$ が等しくなるため、単なる透過性の平行平板として作用し、そのまま波長 $\lambda_2$ の光は通過する。したがって、波長 $\lambda_2$ の光に対



して第2ホログラム光学素子52が本来のホログラム光学素子として機能する。

【0047】また、以上の例では、2つの第1及び第2ホログラム光学素子51、52としているが、これらを一体化して、図23に示すように、第1及び第2回折レリーフ151a、152aが、平行に離間した一對の別個の透光性材料の平行平板151、152の内面上に形成され、内面間には光学材料の例えば、一軸結晶材料153が充填されるように、形成することもできる。さらに、図24に示すように、矩形断面凹部の他に、鋸歯状断面凹部151b、152bとしても形成できる。

【0048】上記ホログラム光学素子の例において、回折レリーフのピッチ及び凹部深さを適宜設計することによって、各波長に適合したものが得られる。

(他の実施例) 以上の実施例では、光学材料を回折レリーフ充填剤として用いたホログラム光学素子を2枚用いているが、その他に、このホログラム光学素子を、図27に示す上記第2、3、5及び6の実施例の光ピックアップ装置において収差補正素子90及び光源側の収差補正素子90aとして用いられるような液晶素子80からなる平行平板の所定パターン表示可能な液晶素子を電氣的に切り換えて使用することで、実現できる。

【0049】この場合、図25に示すように、それぞれの第1及び第2回折レリーフは所定パターン251a、252aとして、それぞれ第1及び第2液晶素子251、252に含まれる。第1及び第2液晶素子のそれぞれは図27に示す液晶素子80であり、第1及び第2液晶素子の透明電極間に電界を印加自在の電気回路202がスイッチ201を介して接続されている。スイッチ201によって、図25(a)に示すように、光源の半導体レーザLD1の選択に応じて第1回折レリーフのパターン251aへ切り替えることによって、戻り光を4分割受光面DP1へ集光させ、或いは、図25(b)に示すように、光源の半導体レーザLD2の選択に応じて第2回折レリーフのパターン252aへ切り替えることによって、戻り光を4分割受光面DP2へ集光させることができる。

【0050】更に又、図26に示すように、このホログラム光学素子を、単一の平行平板の所定パターン表示可能な液晶素子を電氣的に切り換えて使用することで、実現できる。即ち、第1及び第2回折レリーフは、単一の液晶素子350に含まれるようにすることができる。この単一の液晶素子は図27に示す液晶素子80であり、一對の透光性材料平行平板の間に設けられた液晶層と、平行平板内面毎に形成されかつマトリクスを構成する透明電極と、から構成される。これらのマトリクス透明電極には、第1及び第2回折レリーフのパターン251a、252a毎に透明電極間に電界を選択的に印加できる電気回路210が接続されている。電気回路210を制御することによって、図26(a)に示すように、光

源の半導体レーザLD1の選択に応じて第1回折レリーフのパターン251aへ切り替えることによって、戻り光を4分割受光面DP1へ集光させ、或いは、図26(b)に示すように、光源の半導体レーザLD2の選択に応じて第2回折レリーフのパターン252aへ切り替えることによって、戻り光を4分割受光面DP2へ集光させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による第1の実施例の光ピックアップ装置内部の概略構成図である。

【図2】 実施例の光検出器の4分割受光面の平面図である。

【図3】 本発明による第1の実施例の光ピックアップ装置のホログラム光学素子の波面設計を示すフローチャートである。

【図4】 本発明による第1の実施例の光ピックアップ装置のホログラム光学素子の波面設計を示す概略図である。

【図5】 本発明による第1の実施例の光ピックアップ装置のホログラム光学素子の波面設計を示す概略図である。

【図6】 本発明による第1の実施例の光ピックアップ装置の第1ホログラム光学素子の波面設計を示す概略図である。

【図7】 本発明による第1の実施例の光ピックアップ装置の第2ホログラム光学素子の波面設計を示す概略図である。

【図8】 本発明による第1の実施例の光ピックアップ装置の光学系設計を示す概略図である。

【図9】 本発明による第2の実施例の光ピックアップ装置内部の概略斜視図である。

【図10】 本発明による第2の実施例の光ピックアップ装置の光学系設計を示す概略図である。

【図11】 本発明による第3の実施例の光ピックアップ装置内部の概略斜視図である。

【図12】 本発明による第3の実施例の光ピックアップ装置の光学系設計を示す概略図である。

【図13】 本発明による第4の実施例の光ピックアップ装置内部の概略斜視図である。

【図14】 本発明による第4の実施例の光ピックアップ装置の光学系設計を示す概略図である。

【図15】 本発明による第5の実施例の光ピックアップ装置内部の概略斜視図である。

【図16】 本発明による第5の実施例の光ピックアップ装置の光学系設計を示す概略図である。

【図17】 本発明による第6の実施例の光ピックアップ装置内部の概略斜視図である。

【図18】 本発明による第7の実施例の光ピックアップ装置の光学系設計を示す概略図である。

【図19】 本発明による実施例の光ピックアップ装置

17

の第1及び第2ホログラム光学素子の動作を示す概略断面図である。

【図20】 本発明による実施例の光ピックアップ装置の第1ホログラム光学素子に用いられる材料の分散を示すグラフである。

【図21】 本発明による実施例の光ピックアップ装置の第2ホログラム光学素子に用いられる材料の分散を示すグラフである。

【図22】 本発明による実施例の光ピックアップ装置の第1及び第2ホログラム光学素子に用いられる光学材料の分散を示すグラフである。

【図23】 本発明による実施例の光ピックアップ装置の一体型ホログラム光学素子の概略断面図である。

【図24】 本発明による他の実施例の光ピックアップ装置の第1及び第2ホログラム光学素子の概略断面図である。

【図25】 本発明による他の実施例の光ピックアップ装置の液晶型ホログラム光学素子の概略斜視図である。

【図26】 本発明による他の実施例の光ピックアップ装置の他の液晶型ホログラム光学素子の概略斜視面図である。

18

【図27】 本発明による実施例の光ピックアップ装置に利用される液晶素子の概略部分断面図である。

【図28】 本発明による実施例の光ピックアップ装置に利用される非線形光学材料型収差補正素子の概略部分断面図である。

【符号の説明】

LD1, LD2 レーザ光源

4 対物レンズ

5 光ディスク

PD1, PD2 光検出器の4分割受光面

10 基板

81, 82 透明ガラス基板

83, 84 透明電極

85 液晶層

50 ホログラム光学素子

51, 52 第1及び第2ホログラム光学素子

151a, 152a 回折レリーフ

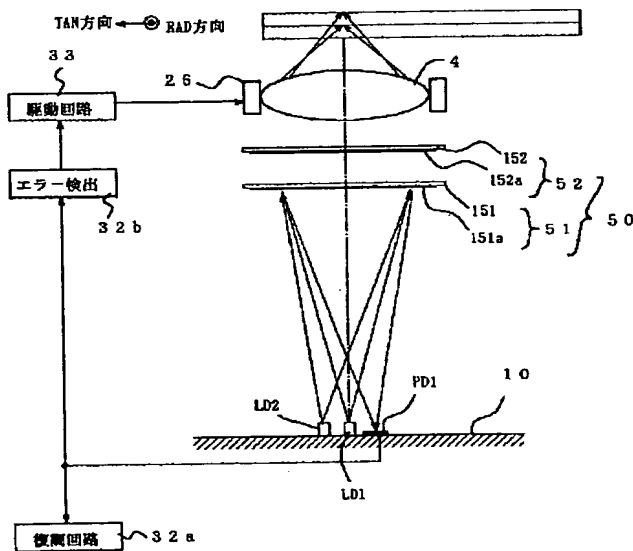
151, 152 基板

153 充填部

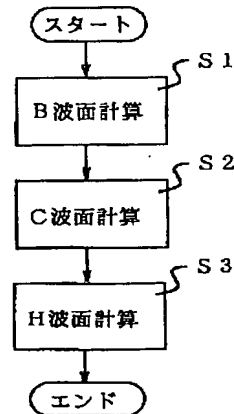
202, 210 電気回路

251a, 252a 回折レリーフパターン

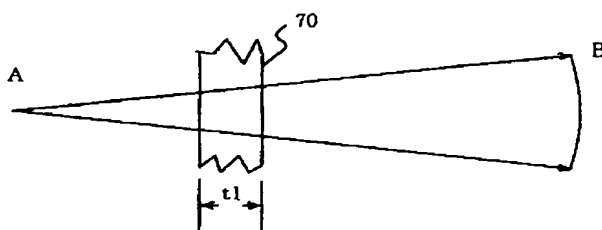
【図1】



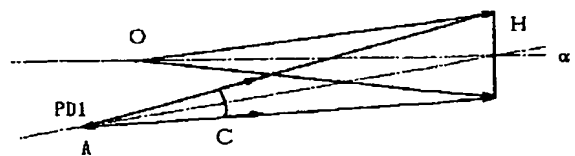
【図3】



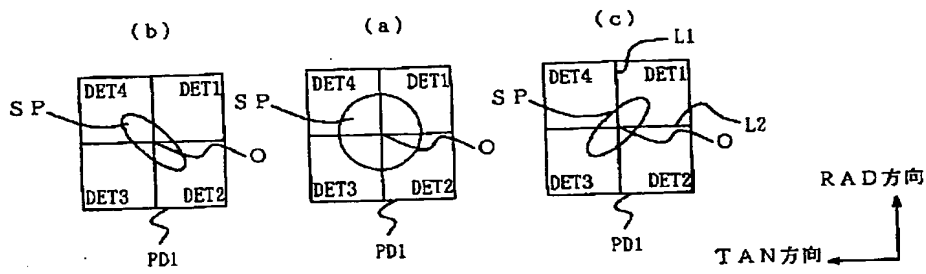
【図4】



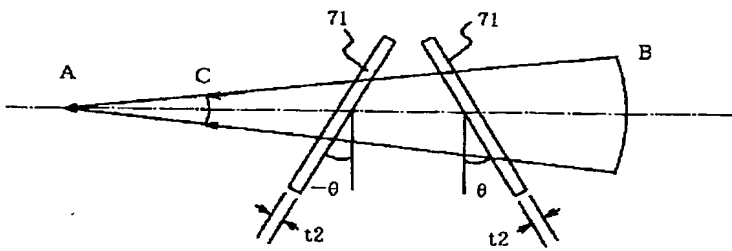
【図6】



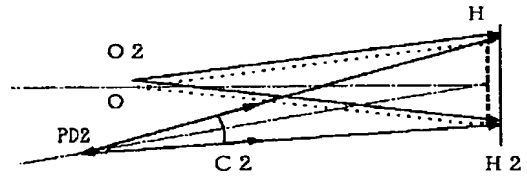
【図2】



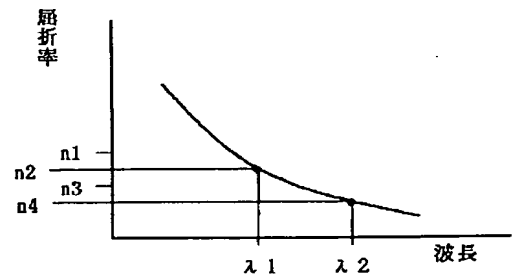
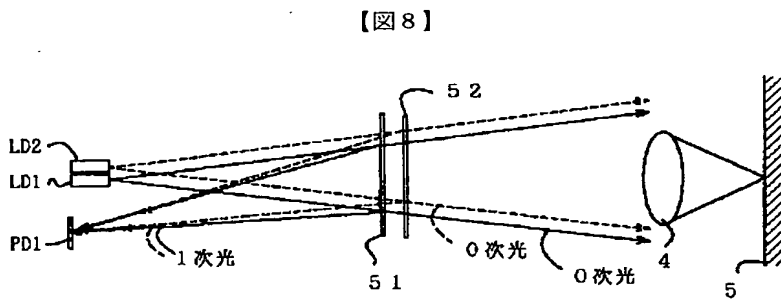
【図5】



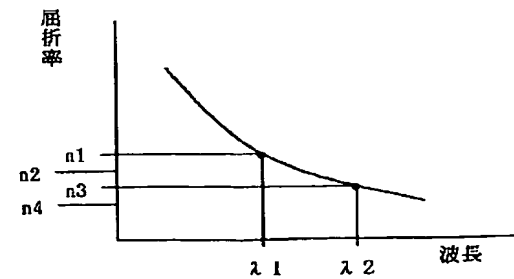
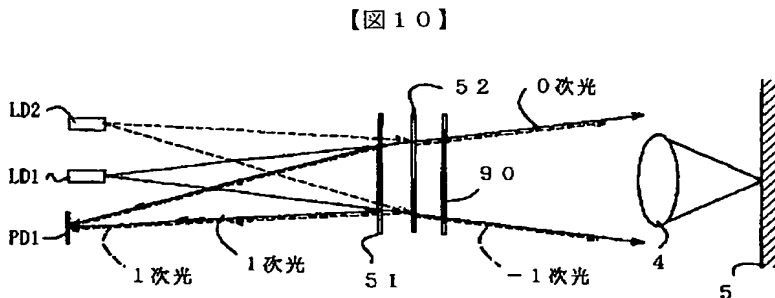
【図7】



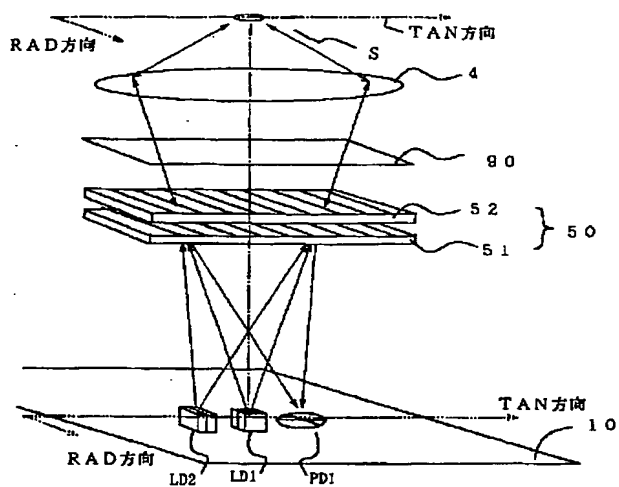
【図20】



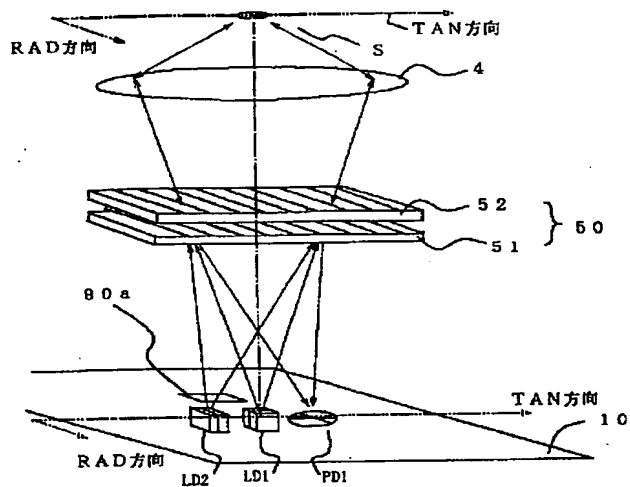
【図21】



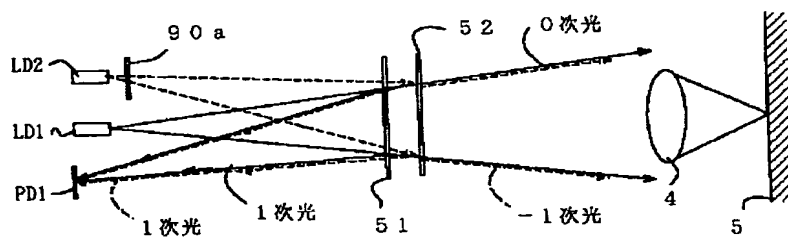
【図9】



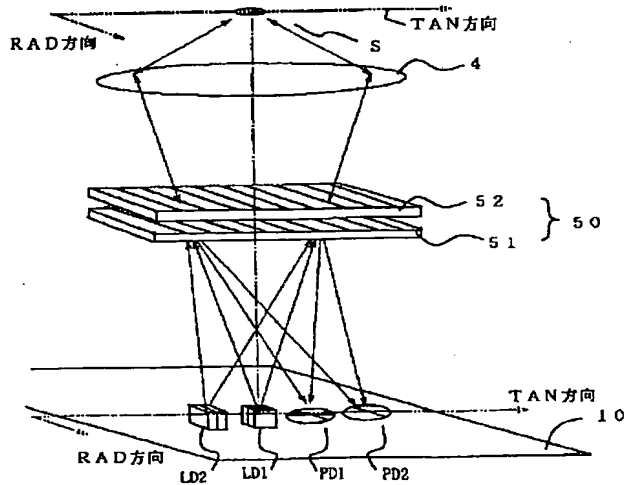
【図11】



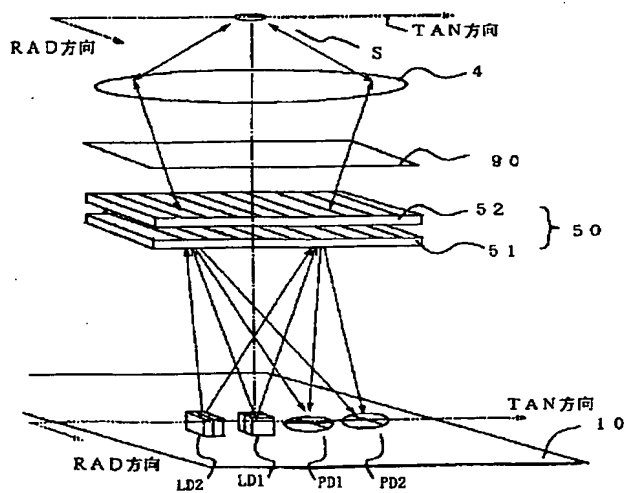
【図12】



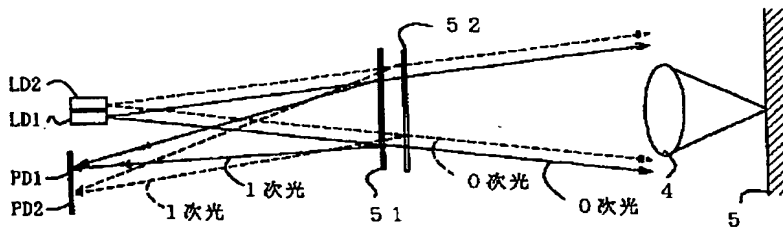
【図13】



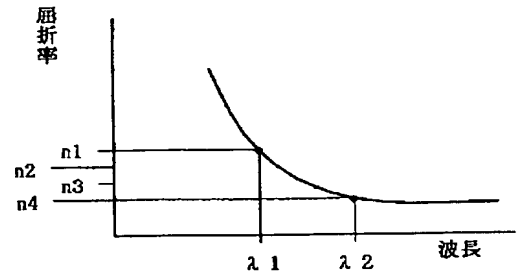
【図15】



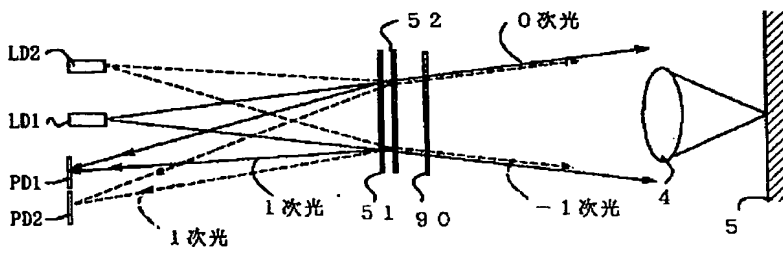
【図14】



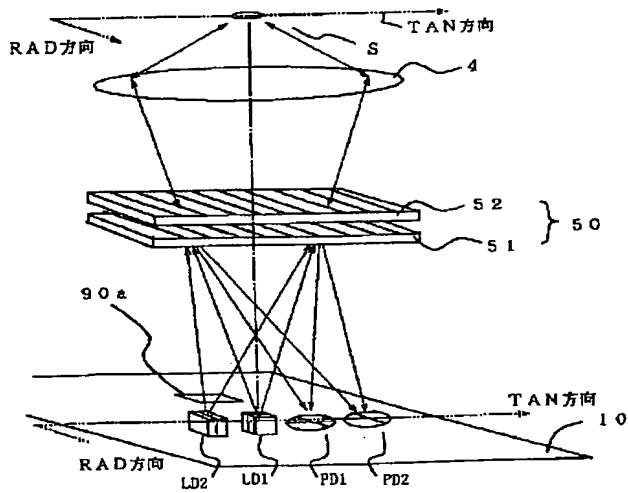
【図22】



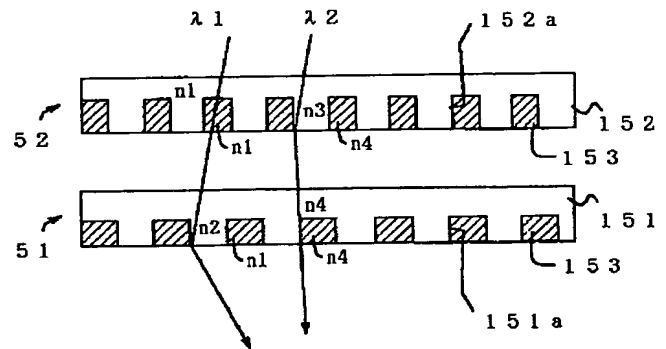
【図16】



【図17】



【図19】



【図18】

